

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 09 月 18 日
Application Date

申請案號：092125817
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 11 月 5 日
Issue Date

發文字號：09221113930
Serial No.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：

※IPC 分類：

壹、發明名稱：(中文/英文)

寬頻四波混合波長轉換裝置

Wavelength converter with wideband four-wave-mixing

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人工業技術研究院

Industrial Technology Research Institute

代表人：(中文/英文) 翁政義 / Cheng-I Weng

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號

No. 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu

國 籍：(中文/英文) 中華民國 / R.O.C.

參、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 李三良 / San-Liang Lee

2. 徐達儒 / DAR-ZU HSU

3. 龔佩敏 / GONG PEI-MIIN

住居所地址：(中文/英文)

1. 台北市文山區樟新街 48 巷 7 號 4 樓

4F., No.7, Lane 48, Jhangsin St., Wunshan District, Taipei City

2. 台南縣西港鄉西港村 24 鄰掘子頭 3-22 號

No.3-22, Sigang Village, Sigang Township, Tainan County

3. 台北縣中和市安平里 31 鄰中和路 324 巷 6 弄 6 號 2 樓

2F., No.6, Alley 6, Lane 324, Jhonghe Rd., Jhonghe City, Taipei County

國 籍：(中文/英文) 1.2.3. 中華民國 / R.O.C.

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 無

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

本發明係提出一種寬頻四波混合波長轉換裝置，其包含調變雷射光源、光調變器、第一及第二極化控制器、第一、第二及第三可調式雷射、光耦合器、半導體光放大器、及一多工器。本發明使用一道輔助光以提升半導體光放大器的增益回復速度，進而提升半導體光放大器的飽和光功率。而且當半導體光放大器操作在對此輔助光之透明電流時，此輔助光將不會影響半導體光放大器之增益。

陸、英文發明摘要：

The present invention provides a wideband wavelength converter with four-wave-mixing, which includes a modulated laser diode, a modulator, a first and second polarized controller, a first, second and third tunable lasers, an optical coupler, a SOA wavelength converter and a multiplexer. The present invention utilizes an assisted beam that could improve the recovery rate and the saturation power of the SOA wavelength converter. While the SOA wavelength converter is operated at a bias close to the transparent condition for the assisted beam, it doesn't influence the gain of the SOA wavelength converter.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖（1）。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

調變雷射光源	210	光調變器	220
第一極化控制器	230	第一可調式雷射	240
第二可調式雷射	250	第二極化控制器	260
光耦合器	270	光阻絕器	280
半導體光放大器	290	第三可調式雷射	300
多工器	310	光濾波器	320

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於波長轉換裝置的技術領域，尤指一種寬頻四波混合波長轉換裝置。

5 【先前技術】

光纖網路經過多年的研究發展，以分時多工 (Time-division Multiplexing, TDM) 方式的光纖網路技術最為成熟，因為分時多工的方法是傳統電信公司電路交換的基本技術。這種分時多工的光纖網路主要有兩種規格，一
10 是美規的 Synchronous Optical Network (SONET)，另一個是歐規與日規的 Synchronous Digital Hierarchy (SDH)。最近光纖網路架構加入了分波多工 (Wavelength Division Multiplexing, WDM) 的技術，其以波長為單位，讓一條光纖中有多個頻道(波長)同時傳輸，使得頻寬大幅提升。

15 使用分波多工 (WDM) 的傳輸方式需使用一波長轉換裝置以將信號光轉換至一傳輸波長之傳輸光後，再予以傳輸。分波多工 (WDM) 波長轉換裝置在光網路應用中的要求是必須能夠有高轉換效率和寬頻轉換波長範圍。此處，轉換效率意指轉換後訊號能量除以轉換前之訊號能量。而利
20 用半導體光放大器以產生多波混合的波長轉換裝置在進行波長轉換時，訊號光以及泵浦光會同時打入半導體光放大器進行多波混合，以產生一轉換後的光，其具有與訊號光相同內容。而該轉換後的光之光功率大小即為轉換效率。轉換效率會隨著半導體光放大器之飽和光功率以及放大器

之增益增加而上升。然而當信號光與轉換後的傳輸光之波長差距增大時，該轉換效率則快速降低。

為解決轉換效率則快速降低的問題，於 1998 年七月的 IEEE Photon. Technol. Lett 期刊的第 952-954 頁中，提出一種使用長半導體光放大器的方法，由於使用較長的半導體光放大器具有較多的光載子，故可增強其轉換效率及訊號背景比 (Signal Background Ratio, SBR)。但是，此種方法由於需使用較長的半導體光放大器，會使產生之放大自發輻射 (amplified spontaneous emission, ASE) 雜訊變大，同時該較長的半導體光放大器亦較花費成本，且當信號光與轉換後的傳輸光波長差距增大時，該轉換效率亦會快速降低。

而於 1998 年十月的 IEEE Photon. Technol. Lett 期刊的第 1404-1406 頁中，提出一種使用二道平行泵浦光的方法。其中，該二道平行泵浦光的波長差係固定。不論該二道平行泵浦光的光柵 (grating) 如何產生，其分佈會落於相同的轉換波長區段，因此該轉換後的光訊號可被極化，且與輸入訊號光無關。但是，此種方法由於需使用二道平行泵浦光，當二道平行泵浦光的波長差增加時，轉換效率亦會快速降低。

於 1999 年八月的 IEEE Photon. Technol. Lett 期刊的第 11 卷第 982-984 頁中，提出一種半導體光放大器以產生四波混合的波長轉換裝置，其使用二道極化互相垂直的泵浦光，以達到 80nm 的波長轉換距離。然而該半導體光放

大器需使用相當大的偏壓電流(約 200mA)，此會此會引起熱效應(thermal effect)，並減低該半導體光放大器的使用壽命，而放大自發輻射(amplified spontaneous emission, ASE)雜訊亦會變大。同時，其轉換效率亦約-15 dB，訊號背景比 (SBR) 約-22 dB，亦非可接受之值。由是可知，習知波長轉換技術仍有諸多缺失而有予以改進之必要。

【發明內容】

本發明之目的係在提供一種使用正交泵浦光以及輔助光之寬頻四波混合波長轉換裝置，以避免習知技術轉換效率低落等問題，同時，避免習知技術由於採用大的偏壓電流所造成半導體光放大器的使用壽命降低的問題。

依據本發明之一特色，係提出一種寬頻四波混合波長轉換裝置，其主要包含一調變雷射光源、一光調變器、一第一極化控制器、一第一可調式雷射、一第二可調式雷射、一第二極化控制器、一光耦合器、一半導體光放大器、一第三可調式雷射及一多工器。該調變雷射光源係作為光載波以承載一輸入之電氣訊號；該光調變器具有第一輸入端經由一光纖耦合至該調變雷射光源，及第二輸入端接收該輸入電氣訊號，以將該輸入電氣訊號調變至該調變雷射光源，俾產生一訊號光；該第一極化控制器係經由一光纖耦合至該光調變器之輸出端，以控制該訊號光的極化；該第一可調式雷射係用來產生一第一波長的泵浦光；該第二可調式雷射係用來產生一第二波長的泵浦光；該第二極化控

制器，係經由一光纖耦合至該第二可調式雷射，以控制該第二泵浦光的極化；該光耦合器係用來將該訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光耦合在一光纖中；該半導體光放大器經由一光纖耦合至該光耦合器，利用其三階非線性特性以
5 產生四波混和(FWM)之轉換後的光；該第三可調式雷射用來產生一第三波長的輔助光；以及，該多工器具有第一輸入端經由一光纖耦合至該半導體光放大器之輸出，及第二輸入端經由一光纖耦合至該第三可調式雷射，以將不同波長的輔助光及轉換後的光結合注入到一輸出光纖中。

10 由於本發明設計新穎，能提供產業上利用，且確有增進功效，故依法申請發明專利。

【實施方式】

為使 貴審查委員能進一步瞭解本發明之結構、特徵
15 及其目的，茲附以較佳具體實施例之詳細說明如后：

圖1係本發明一種寬頻四波混合波長轉換裝置之方塊圖，其主要包含一調變雷射光源210、一光調變器220、一第一極化控制器230、一第一可調式雷射240、一第二可調式雷射250、一第二極化控制器260、一光耦合器270、一光
20 阻絕器280、一半導體光放大器290、一第三可調式雷射300、一多工器310及一光濾波器320。其中，該調變雷射光源210係較佳地為一分佈迴授雷射二極體(Distributed Feedback Laser Diode, DFB-LD)，用以產生一線寬狹窄而

其他的肩高值(sidelobe)很小的雷射光源，俾作為光載波來承載一輸入之電氣訊號。

該光調變器220具有第一輸入端經由一光纖耦合至該調變雷射光源210，及第二輸入端接收該輸入電氣訊號，以將該輸入電氣訊號調變至該調變雷射光源，俾產生一訊號光。該光調變器220可分為外調式和直調式光調變器，一般外調式光調變器產生的訊號特性較佳。但在四波混合波長(Four-Wave Mixing, FWM)轉換裝置中，對調變格式是具有完全的通透性，故該光調變器220只要是一般的光調變器即可。

該第一極化控制器230係經由一光纖耦合至該光調變器220之輸出端，以控制該訊號光的極化。該第一可調式雷射240係用來產生一第一波長的泵浦光，以決定所要的轉換波長間距，藉以保證達到高轉換效率。該第二可調式雷射250係用來產生一第二波長的泵浦光，以決定所要轉換的波長。其中，該第一極化控制器230係控制訊號光的極化與該第一泵浦光的極化為相互平行，以達到最大轉換效率。而該第一可調式雷射240係調整該第一泵浦光之波長，使該調變雷射光源與該第一泵浦光的波長差為一足夠小的值（例如小於2nm）。

該第二極化控制器260係經由一光纖耦合至該第二可調式雷射250，以控制該第二泵浦光的極化。該第二極化控制器係控制第二泵浦光的極化，使該第二泵浦光與該第一

泵浦光的極化為相互垂直，因此第二泵浦光不會去影響轉換後訊號的能量。

該光耦合器270係用來將該訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光耦合在一光纖中，如此方能將該訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光的三道光同時打入該半導體光放大器290(Semiconductor Optical Amplifier, SOA)中，俾得到最佳的轉換效果。

該光阻絕器280經由一光纖耦合至該光耦合器270之輸出端。由於每種光元件多少都會反射傳遞進來的光，所有會有少部分的光往回打。所以在該光耦合器270之後增加該光阻絕器280，以限制光往單方向傳輸，而避免反射光傷害到先前的光元件，可保護如第一可調式雷射240和第二可調式雷射250不受到損傷。

該第三可調式雷射300係用來產生一第三波長的輔助光，其中該輔助光的波長為 $14xxnm(1400nm\sim1480nm)$ 。該輔助光係採性能較佳之逆向打入該半導體光放大器290，但亦可順向打入。該半導體光放大器290的四波混和(FWM)之轉換效率係正比於一非飽和增益 G_0 的三次方及一飽和功率的平方 $[P_s]^2$ ，其中 P_s 可視為該半導體光放大器290的飽和密度(saturation intensity)。該半導體光放大器290的飽和密度係與該半導體光放大器290的光載子(carrier)之生命週期(lifetime)成反比，故加速該半導體光放大器290的光載子的復甦律(recovery rate)可增進該該半導體光放大器290的四波混和(FWM)之轉換效率。而打入該輔助光至該該半導

體光放大器290中，可增加該半導體光放大器290的光載子的復甦律(recovery rate)，從而達到增進該該半導體光放大器290的四波混和(FWM)之轉換效率。

該半導體光放大器290係經由一光纖耦合至該光阻絕
5 器280之輸出端，利用其三階非線性特性以產生四波混和(FWM)之轉換後的光，其中四波係指該輔助光、訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光。轉換後的光之頻率 $\omega_c = \omega_2 \pm |\omega_s - \omega_1|$ ，而轉換後的光場強度(optical field)為

$$E_c = E_2(E_1 \cdot E_s)\gamma(\omega_s - \omega_1)\exp[i(\omega_c t + \Delta\Phi)] \\ + E_s(E_1 \cdot E_2)\gamma(\omega_2 - \omega_1)\exp[i(\omega_c t + \Delta\Phi)] \quad (1)$$

10 其中， ω_1 、 ω_2 、 ω_s 、 ω_c 、 E_1 、 E_2 、 E_s 及 E_c 係分別為第一泵浦光、第二泵浦光、訊號光、及轉換後訊號光的頻率及光場強度(optical field)， $\Delta\Phi = \Phi_s - \Phi_1 + \Phi_2$ ， Φ_s 、 Φ_1 及 Φ_2 係分別為訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光的相位， $\gamma(\omega_s - \omega_1)$ 係一複數耦合係數(complex coupling
15 coefficient)。

該半導體光放大器290一般用來當光放大器使用，但因為其三階非線性特性很明顯，所以在本實施例中當成非線性媒介，利用其非線性特性，以產生四波混和(FWM)之轉換的光。在其他的非線性元件中亦可使用四波混和
20 (FWM)以產生轉換光，但一方面因為該半導體光放大器290的非線性最強，另外一方面輔助光在該半導體光放大器290中對光載子的復甦律(recovery rate)之幫助最明顯，所以使用該半導體光放大器290進行四波混和(FWM)。

由於該半導體光放大器290的三階非線性特性很明顯，故使用該半導體光放大器290進行四波混和(FWM)時，其轉換後的光場強度(optical field)會為該輔助光、訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光之光場強度的函數。但由於
5 其他的交互關係之項目會被該光濾波器320對轉換後的光進行濾波時過濾掉，故未在式(1)中詳列。於式(1)中的第二項 $E_s(E_1 \cdot E_2)\gamma(\omega_2 - \omega_1)\exp[i(\omega_c t + \Delta\Phi)]$ ，因為該第一泵浦光及第二泵浦光的極化為相互垂直，故 $(E_1 \cdot E_2)=0$ ，而使得式(1)中的第二項會為0，而僅留存第一項 $E_2(E_1 \cdot E_s)\gamma(\omega_s - \omega_1)\exp[i(\omega_c t + \Delta\Phi)]$ 。由
10 於該訊號光的極化與該第一泵浦光的極化為相互平行，所以 $(E_1 \cdot E_s)$ 為最大值，故波長轉換後的訊號的功率會最大。

該多工器310具有第一輸入端經由一光纖耦合至該半導體光放大器290之輸出，及第二輸入端經由一光纖耦合至該第三可調式雷射300，以將不同波長的輔助光及轉換後的光結合注入到一輸出光纖中。因為該輔助光波長落在
15 14xxnm波段，而訊號光光波長落在15xxnm波段，故使用一寬頻可容許14xxnm和15xxnm之多工器。現今光通訊訊號所使用之波段為S波段(1485-1525nm)和C波段(1525~1565nm)以及更高之L波段(1565nm~)。所以，輔助光位在<1485nm之短波長，並不會影響原本光通訊訊號之傳輸。
20

該光濾波器320對轉換後的光進行濾波。圖2係為該輔助光、第一泵浦光、第二泵浦光及訊號光之頻率，及轉換後之頻率示意圖。由於只需要該轉換後的光，該光濾波器

320可為一可調整濾波器，例如 Fabry-Perot tunable filter，以讓頻率為 ω_c 之轉換後的光通過。由於 $(\omega_s - \omega_1)$ 保持不變，因 $\omega_c = \omega_2 \pm |\omega_s - \omega_1|$ ， ω_2 則可隨所需之轉換頻率 ω_c 而調整，因此可以達到在很大的轉換波段內得到最佳的轉換效率 (Conversion Efficiency, CE)。

圖4係該半導體光放大器290使用一輔助光及沒有使用輔助光時之轉換效率 (CE) 及訊號背景比 (signal to background ratio, SBR) 之比較圖，該半導體光放大器290偏壓電流為對輔助光之透明電流，亦即加入輔助光時會增加半導體光放大器之飽和光功率，但卻不會影響其增益。由圖中所示可知，有使用輔助光的轉換效率 (CE) 及訊號背景比 (SBR) 較沒有使用輔助光時轉換效率 (CE) 及訊號背景比 (SBR) 分別高出 6.5dB 及 3.5dB。圖5係該半導體光放大器290偏壓電流為高電流值，接近臨界時的情形，其中使用輔助光時轉換效率 (CE) 可達 -5dB，而訊號背景比 (SBR) 可達 -30dB。

圖6係該半導體光放大器290偏壓電流與轉換效率 (CE) 之關係圖。其中有使用輔助光的轉換效率 (CE) 及訊號背景比 (SBR) 在不同的偏壓電流下，均較沒有使用輔助光時轉換效率 (CE) 及訊號背景比 (SBR) 為高。

圖7係顯示位元錯誤率 (Bit-Error Rate, BER) 的比較圖。該半導體光放大器290偏壓電流為高電流值，接近臨界值，該訊號光 (P_s) 向下及向上轉換很大的範圍，例如 25nm。

由圖8可明顯顯示，在相同的位元錯誤率(BER)時，有使用輔助光遠較沒有使用輔助光需要較少的功率。亦即，由於有使用輔助光，相同的功率下，可得較佳的位元錯誤率(BER)。圖8同時顯示，當向上轉換很大的範圍時，例如25nm
5 時，如沒有使用輔助光，將無法達到 10^{-10} 的位元錯誤率(BER)。

由上述說明可知，由於本發明係使用一道輔助光以提升半導體光放大器的增益回復速度，進而提升半導體光放大器的飽和光功率。而且當半導體光放大器操作在對此輔助光之透明電流時，此輔助光將不會影響半導體光放大器之增益。故本發明利用此輔助光來提升轉換後新的光之光功率，亦即提升波長轉換裝置之轉換效率(CE)，進而可提升訊號背景比(SBR)。

於本實施例中各元件及相關之參數值說明如下：調變
15 雷射光源210的波長為1555.75nm，光調變器220為一LiNbO₃光調變器，而光耦合器270則採用兩個2x1光耦合器所組成，或採用一個3x1光耦合器。圖3係以上述實驗值實施本發明，該第一泵浦光(P1)、第二泵浦光(P2)、訊號光(Ps)及轉換後光(Converted Signal)之功率頻譜圖。其中，該訊
20 號光(Ps)之波長為1555.75nm，該第一泵浦光(P1)之波長為1554.95nm(即1555.75nm-0.8nm)，而該轉換後光(Converted Signal)之波長為該第二泵浦光(P2)之波長再減少0.8nm。而輔助光之波長為1480nm，其對此半導體光放大器之透明電流量測結果為100mA。

綜上所陳，本發明無論就目的、手段及功效，在在均顯示其迥異於習知技術之特徵，實為一極具實用價值之發明，懇請 貴審查委員明察，早日賜准專利，俾嘉惠社會，實感德便。惟應注意的是，上述諸多實施例僅係為了便於
5 說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【圖式簡單說明】

圖1：係本發明一種寬頻四波混合波長轉換裝置之方塊圖。

10 圖2：係本發明該輔助光、第一泵浦光、第二泵浦光及訊號光之頻率及轉換後之頻率示意圖。

圖3：係本發明第一泵浦光(P1)、第二泵浦光(P2)、訊號光(Ps)及轉換後光(Converted Signal)之功率頻譜圖。

圖4：係該半導體光放大器290使用一輔助光及沒有使用輔助光時之轉換效率(CE)及訊號背景比 (signal to
15 background ratio, SBR) 之比較圖。

圖5：係該半導體光放大器290偏壓電流為200mA時的情形，其中使用輔助光時轉換效率(CE)可達-5dB，而訊號背景比 (SBR) 可達-30dB。

20 圖6：係該半導體光放大器290偏壓電流與轉換效率(CE)之關係圖。

圖7：係顯示位元錯誤率(Bit-Error Rate, BER)的比較圖。

【圖號說明】

調變雷射光源	210	光調變器	220
第一極化控制器	230	第一可調式雷射	240
第二可調式雷射	250	第二極化控制器	260
光耦合器	270	光阻絕器	280
半導體光放大器	290	第三可調式雷射	300
多工器	310	光濾波器	320

拾、申請專利範圍：

1. 一種寬頻四波混合波長轉換裝置，其主要包含：

一調變雷射光源，係作為光載波以承載一輸入之電氣訊號；

5 一光調變器，具有一第一輸入端經由一光纖耦合至該調變雷射光源，及一第二輸入端接收該輸入之電氣訊號，以將該輸入之電氣訊號調變至該調變雷射光源，俾產生一訊號光；

10 一第一極化控制器，係經由一光纖耦合至該光調變器之輸出端，以控制該訊號光的極化；

一第一可調式雷射，係用來產生一第一波長的泵浦光，以決定所要轉換的間距；

一第二可調式雷射，係用來產生一第二波長的泵浦光，以決定所要轉換的波長；

15 一第二極化控制器，係經由一光纖耦合至該第二可調式雷射，以控制該第二泵浦光的極化；

一光耦合器，係用來將該訊號光、第一泵浦光及第二泵浦光耦合在一光纖中；

20 一半導體光放大器，係經由一光纖耦合至該光耦合器，利用其三階非線性特性以產生四波混和(FWM)之轉換後的光；

一第三可調式雷射，係用來產生一第三波長的輔助光；以及

一多工器，具有第一輸入端經由一光纖耦合至該半導體光放大器之輸出，及第二輸入端經由一光纖耦合至該第三可調式雷射，以將不同波長的輔助光及轉換後的光結合注入到一輸出光纖中。

5 2. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其更包含一光阻絕器，其係耦合在該光耦合器及半導體光放大器之間，以限制光往單方向傳輸。

3. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其更包含一光濾波器，以對轉換後的光進行濾波。

10 4. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該調變雷射光源為一分佈迴授雷射二極體(DFB-LD)。

5. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，於該光調變器 LiNbO_3 光調變器。

15 6. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該第一極化控制器係控制訊號光的極化與該第一泵浦光的極化為相互平行。

7. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該第二極化控制器係控制第二泵浦光的極化與該第一泵浦光的極化為相互垂直。

20 8. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該調變雷射光源波長為該半導體光放大器之頻寬內之波長。

9. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該輔助光波長為半導體光放大器之頻寬外之波長。

10. 如申請專利範圍第9項所述之裝置，其中，該波長係一短波長。

11. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該多工器係一寬頻為可容許14xxnm和15xxnm的光通過之多工器。

5 12. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該調變雷射光源與該第一泵浦光的波長差為一小於 2nm 的值。

13. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該第二可調式雷射所產生的第二泵浦光之波長，係調整至一預定之波長。

10 14. 如申請專利範圍第1項所述之裝置，其中，該訊號光、該第一泵浦光、與該第二泵浦光藉由該光耦合器同時打入該半導體光放大器。

15 15. 如申請專利範圍第 1項所述之裝置，其中，該第三可調式雷射係產生一輔助光，與該訊號光、該第一泵浦光、與該第二泵浦光三道光同時打入該半導體光放大器。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之裝置，其中，該輔助光係一短波長之光。

20 17. 如申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中，該半導體光放大器所產生之轉換訊號光，係藉由一可調式光濾波器濾出。

18. 如申請專利範圍第15項所述之裝置，其中該輔助光以逆向打入該半導體光放大器。

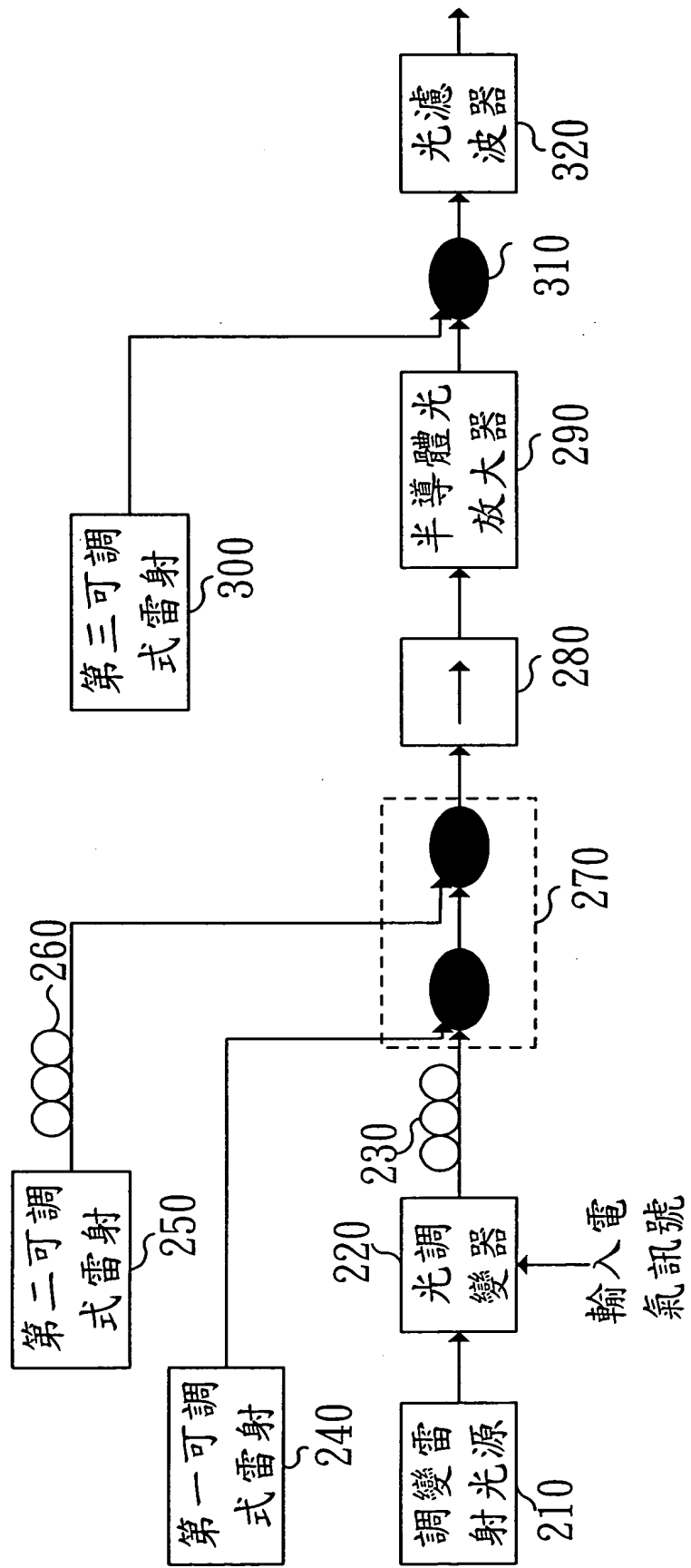


圖 1

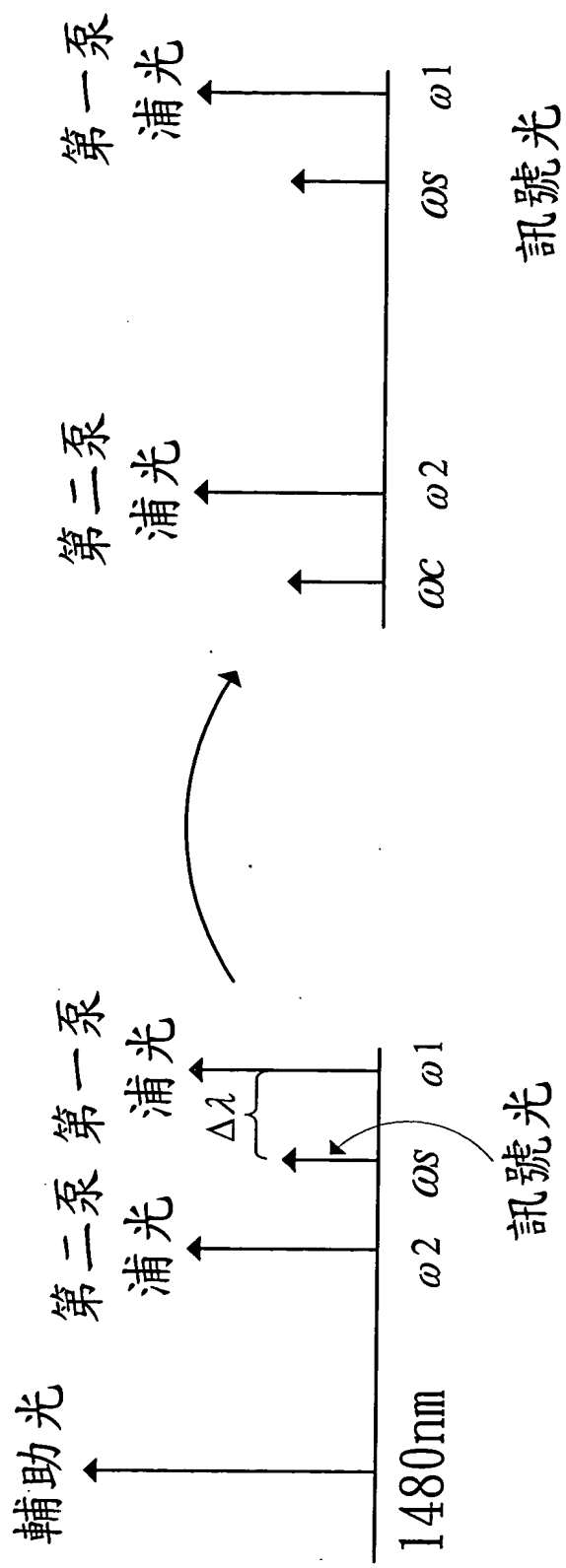


圖 2

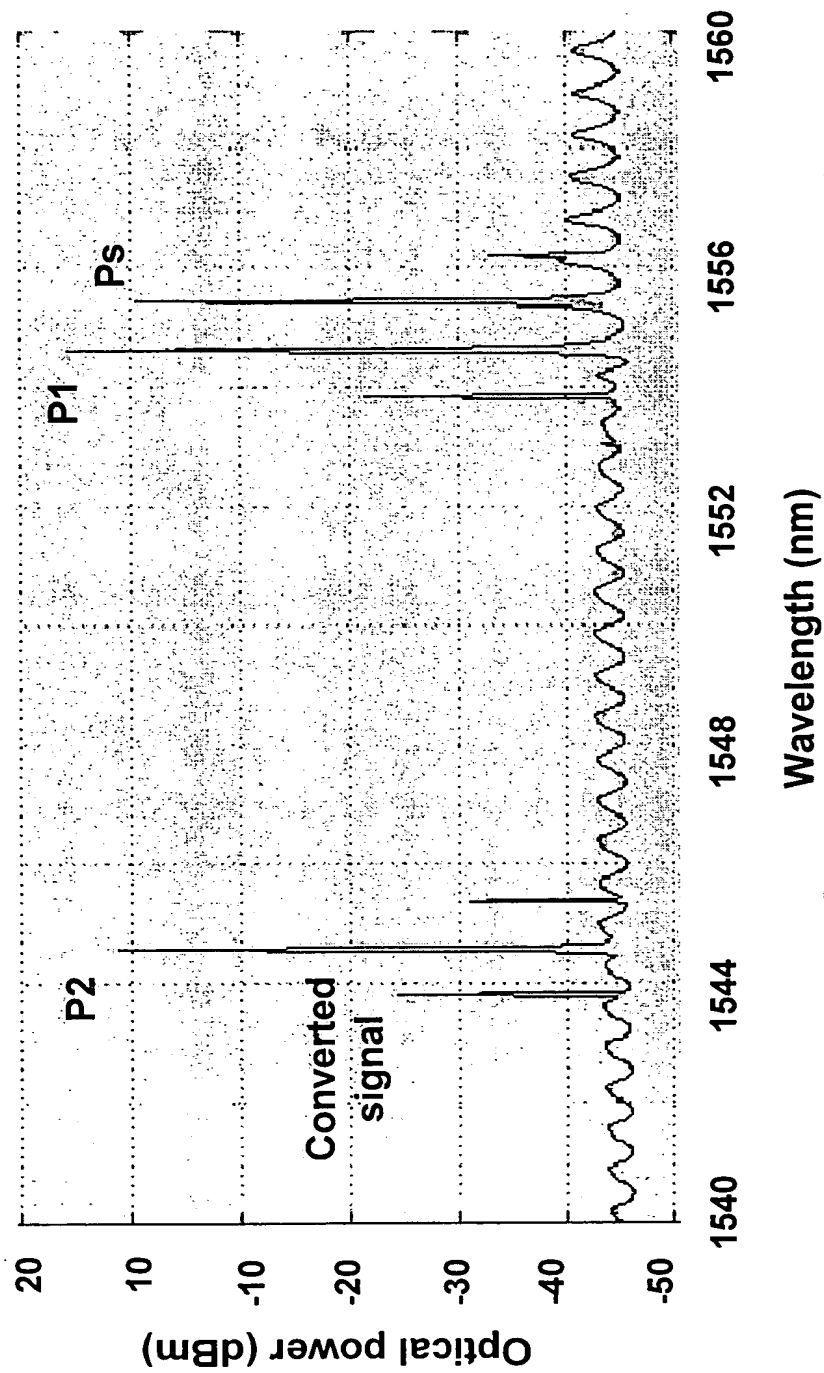


圖 3

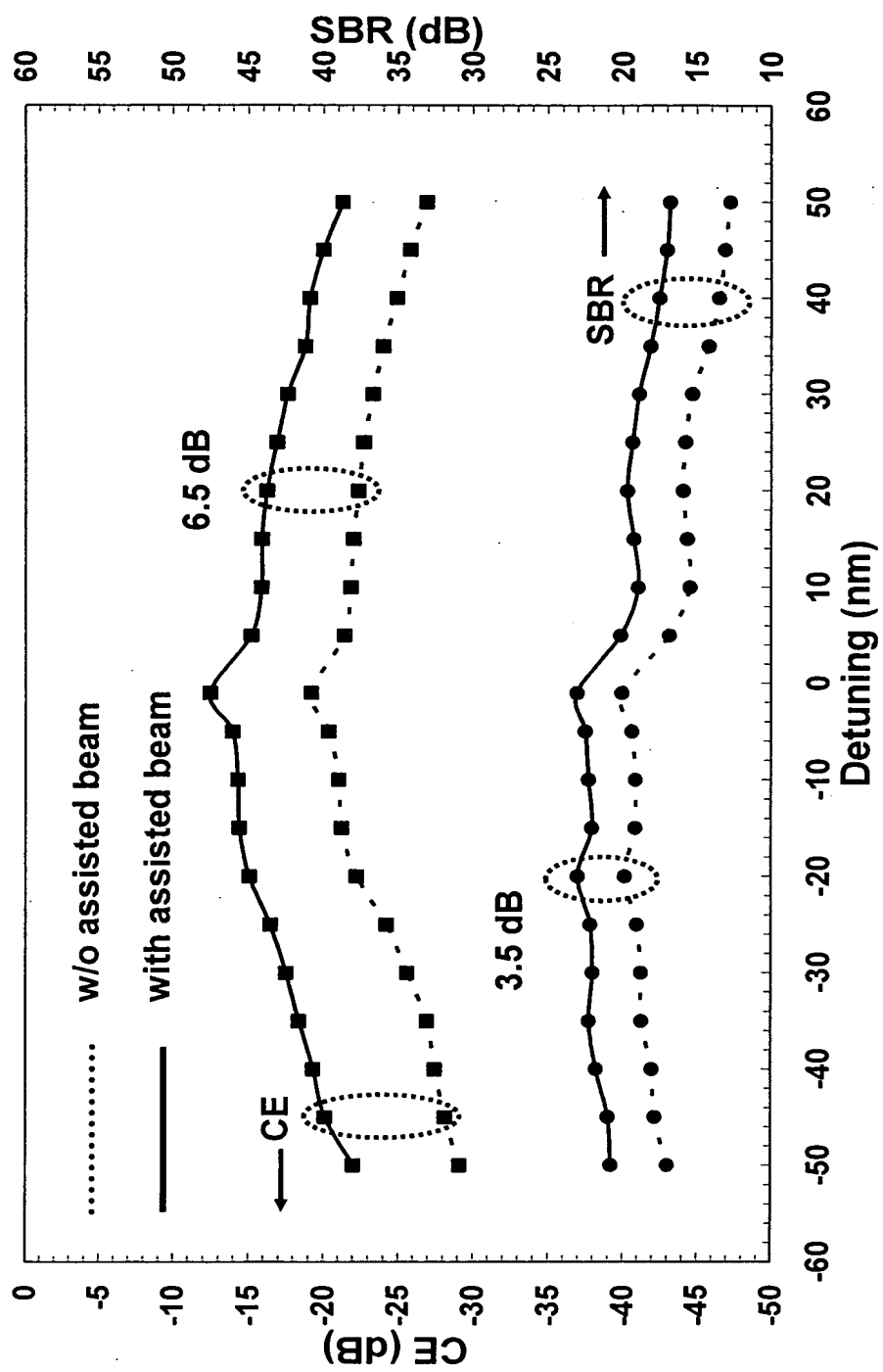


圖 4

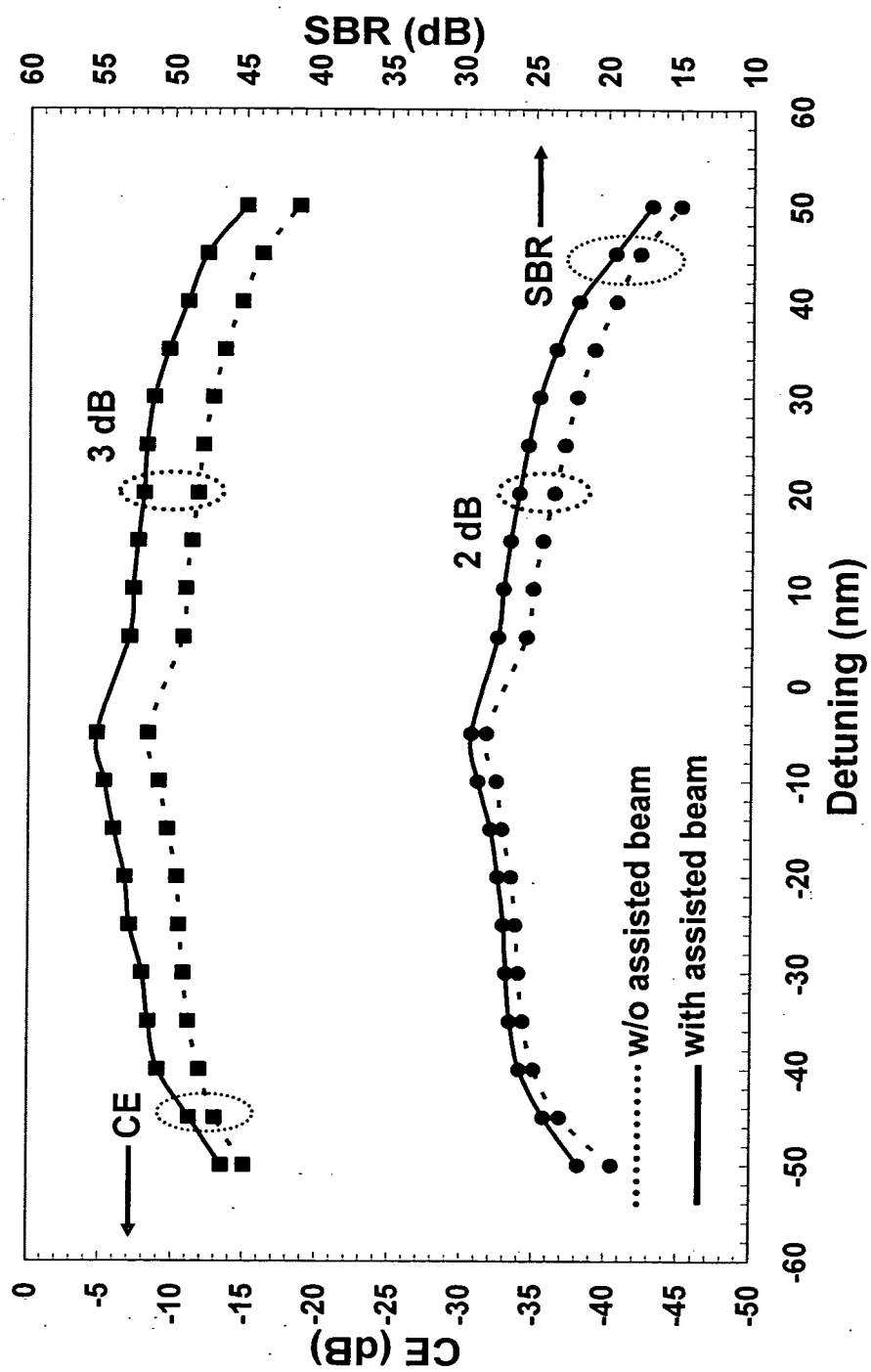


圖 5

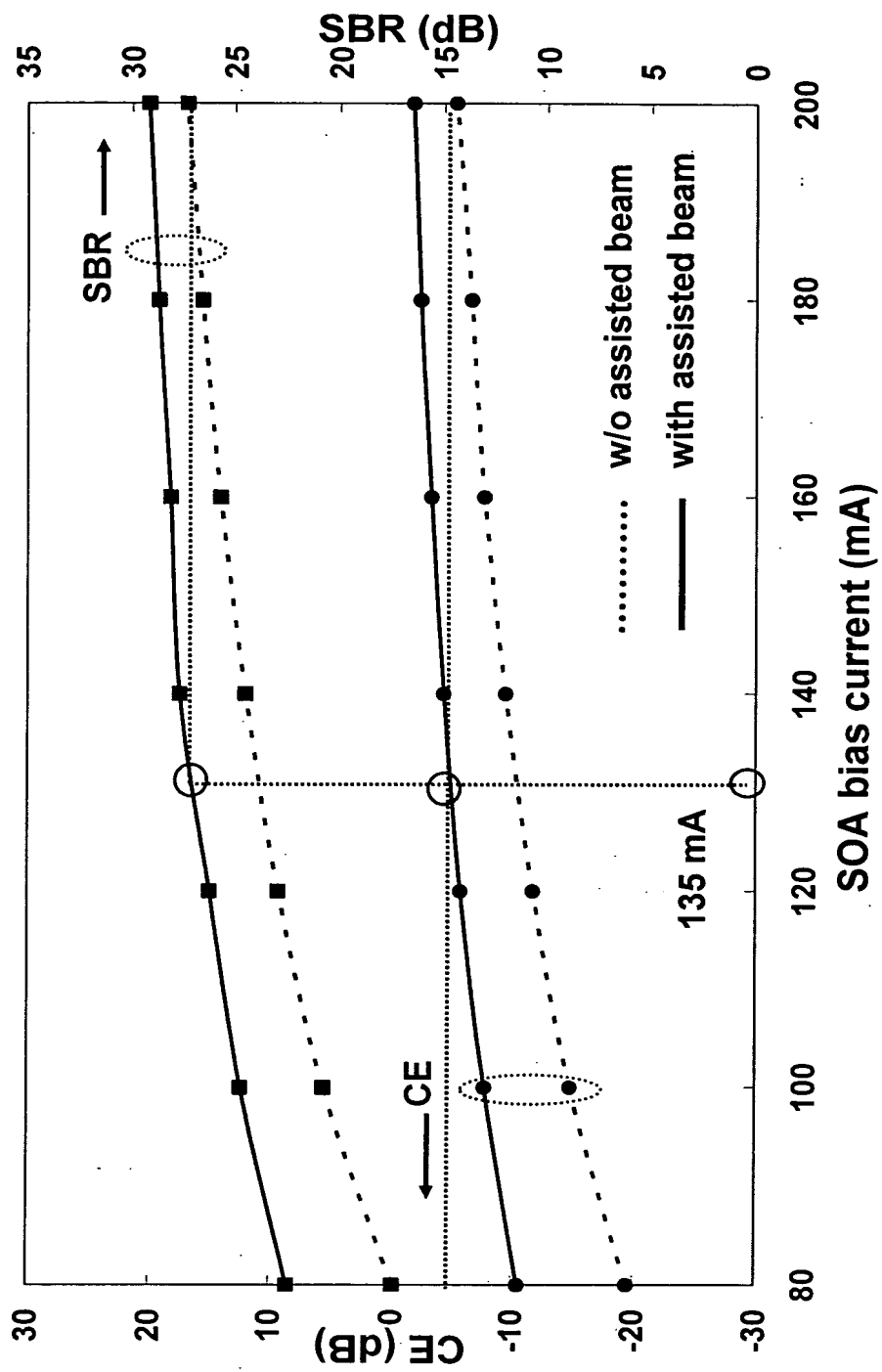


圖 6

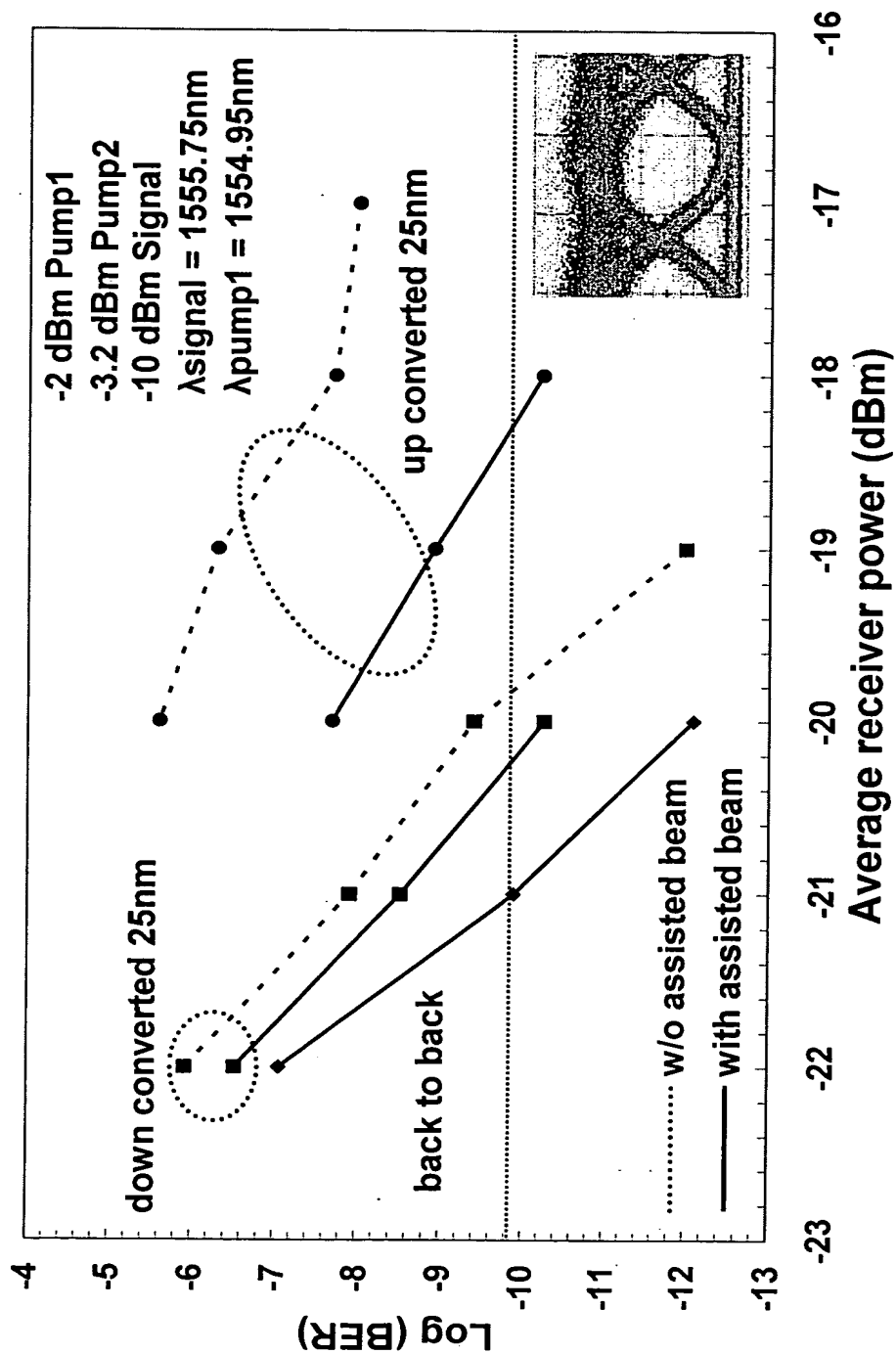


圖 7